

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-178668

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl. G01C 19/56  
G01C 21/16  
G01P 9/04

(21)Application number : 06-322189 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

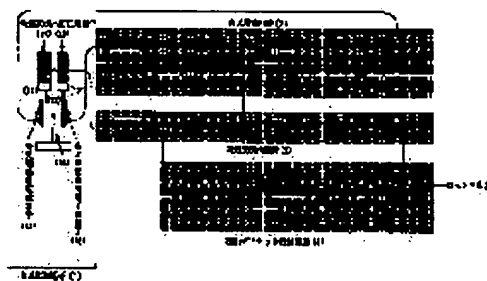
(22)Date of filing : 26.12.1994 (72)Inventor : HOSOKAWA YASUHIKO

## (54) VIBRATION OFFSET REDUCING DEVICE FOR ANGULAR VELOCITY SENSOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an angular velocity sensor suitable for reducing the offset value by the disturbance vibration added to an angular velocity detecting element for detecting the angular velocity around the rotation axis orthogonal to the vibrating direction of a vibrator.

CONSTITUTION: This device has a vibration offset reducing circuit for converting the charge proportional to the Coriolis force generated in angular velocity detecting piezoelectric elements 17, 18 into a voltage signal by a charge amplifier, eliminating noise by a B.P.F.(band-pass filter), detecting the wave by a synchronous wave detecting circuit to extract an angle speed signal component, and then comparing the threshold value of standard voltage equipment with the output value of a smoothing circuit to judge the magnitude of the disturbance vibration.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-178668

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 C 19/56

21/16

G 0 1 P 9/04

識別記号

庁内整理番号

9402-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-322189

(22)出願日 平成6年(1994)12月26日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 細川 靖彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

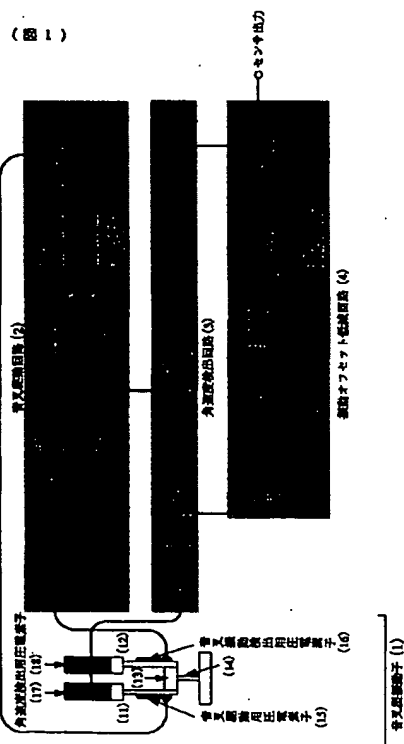
(74)代理人 弁理士 中村 純之助 (外1名)

(54)【発明の名称】 角速度センサの振動オフセット低減装置

(57)【要約】

【目的】 振動子の振動方向と直交する回転軸回りの角速度を検出する角速度検出素子に付加される外乱振動によるオフセット値を低減するに好適な角速度センサ。

【構成】 角速度検出用圧電素子17、18に発生したコリオリ力に比例した電荷量をチャージアンプ31により電圧信号に変換し、B. P. F. 32によりノイズを除去し、同期検波回路33において検波し角速度信号成分を抽出したのち、基準電圧器44のしきい値と平滑回路43の出力値を比較して外乱振動の大小を判定する振動オフセット低減回路を備える。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動子、この振動子を振動させる振動子駆動手段、前記振動子に固定され前記振動子の振動方向と直交する回転軸回りの角速度を検出する角速度検出素子、この角速度検出素子に発生する電荷信号から角速度信号を抽出する角速度検出手段を有する角速度センサの振動オフセット低減装置において、

前記角速度検出手段は、

前記角速度検出素子に発生する電荷信号を電圧信号に変換する電荷増幅器と、

この電荷増幅器の出力信号を入力し前記振動子の共振周波数に等しい周波数成分を通過させる第1の帯域通過濾波器と、この帯域通過濾波器の出力を同期検波し直流増幅器を介して角速度信号として出力する角速度検出回路を有し、

前記電荷増幅器の出力信号を入力する第2の帯域通過濾波器と、

この第2の帯域通過濾波器の出力信号を入力する波形整流器と、

予め設定された振動判定のしきい値電圧信号を出力する基準電圧器と、

この基準電圧器の出力信号と前記波形整流器の出力信号を入力する比較器と、

この比較器の出力信号と前記角速度検出手段からの出力信号を入力する角速度信号保持回路とを備えることを特徴とする角速度センサの振動オフセット低減装置。

【請求項2】 前記波形整流器は、前記第2の帯域通過濾波器の出力信号を入力する整流器とこの整流器の出力信号を入力する平滑回路からなることを特徴とする請求項1記載の角速度センサの振動オフセット低減装置。

【請求項3】 前記角速度信号保持回路は、

前記角速度検出手段からの出力信号を入力し、前記比較器の出力信号を制御信号とする入力端スイッチと、

この入力端スイッチの出力端と前記振動子の中点電位との間に接続された充電器と、

前記角速度検出手段からの出力信号を入力とし、前記比較器の出力信号を制御信号とする出力端スイッチを有することを特徴とする請求項1記載の角速度センサの振動オフセット低減装置。

【請求項4】 前記平滑回路からの出力信号が、前記しきい値電圧信号以下のとき、前記角速度検出手段からの信号を前記充電器に保持し、

前記平滑回路からの出力信号が、前記しきい値電圧信号を超えたとき、前記充電器に保持された前記信号を出力するように前記入力端スイッチと前記出力端スイッチの切り替え制御を行なうことを特徴とする請求項3記載の角速度センサの振動オフセット低減装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、移動物体の方位を検知

するジャイロ스코ープに使用する角速度センサに係り、特に外乱振動によるノイズ、すなわち、オフセットの周波数成分を低減するに好適な角速度センサの振動オフセット低減装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の角速度センサは、駆動用圧電バイモルフ素子と検知用バイモルフ素子を互いに直交接合した1対のセンサ素子を、検知軸に沿って互いに平行に配列し、駆動用圧電バイモルフ素子の端部を導電部材で接合し、センサ素子とベース部材との間を金属弾性部材を用いて支持した構造を有する。この種の装置は、特開昭60-21620号、特開昭60-228915号の各公報に開示されており、前者は、外乱ノイズに対するキャンセル効果を期待したものであり、後者は、一方の駆動用圧電バイモルフ素子により駆動し、他方の駆動圧電バイモルフ素子を駆動検知用圧電バイモルフ素子として振動の基準信号を取り出すように構成したもので、DCドリフトが少なく、外乱ノイズに影響されない角速度センサを追及したものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術は、何れも、車両の走行制御、例えば、4WS制御において、車両に発生するヨーレート（ヨーイングの程度を示す指数）を角速度センサによって検出し、この検出値に基づき、後輪の舵角を制御している場合、車両の走行中に角速度センサに対して路面からくる外乱振動が伝達されたとき、角速度センサの出力信号には、車両に発生する実際のヨーレート検出分データと、外乱振動に起因するオフセット値（制御差異値）とが重畳してしまうおそれがある。外乱振動によるオフセット値は、外乱振動と角速度センサの振動子支持部の共振点とのビートの周波数成分を有しているため、車両に発生するヨーレートの周波数成分と外乱振動によるオフセットの周波数成分とが近接する場合は、角速度センサの出力信号をモニタし、ローパスフィルタ等を用いて処理したとしても、外乱振動によるオフセット値を分離することができず、ヨーレートの周波数成分と外乱振動によるオフセットの周波数成分を識別することは困難であった。また、ヨーレートの周波数成分とノイズの周波数を分離し、ノイズをフィルタで除去したとしても、ノイズ本来の周波数成分以外に高調波成分が存在し、この高調波成分がヨーレートの周波数成分と近接していると、正常なヨーレートを検出することができないという問題点があった。

【0004】 一方、外乱振動によるオフセット値を、機械的手段を用いて小さく抑えるためには、振動子を支持する支持部材の径などのサイズを大きくして、支持部材の剛性を高めることにより、外乱振動が振動子に伝達されるのを防止する必要がある。しかし、支持部材の剛性を高めれば高めるほど、角速度を検出するために必要な振動子の固有振動が支持部材を介して外部に伝播さ

れ、このため振動子の固有振動振幅が小さくなったり、振動速度が減少することになり、振動子の感度が低下してしまう。さらに、電源投入時の駆動振動も支持部材を介して外部に伝播されるため、起動時の応答性も低下するという問題点が生じ、上記のように支持部材の剛性を高めることには限界があり、外乱振動によるオフセット値を低減することは困難であった。本発明は、上記の問題点を解決することを目的としてなされたものである。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、角速度センサの振動子の角速度検出回路の前段に設けた振動駆動回路の電荷増幅器の出力信号から、振動子支持部材の共振周波数にほぼ等しい成分を抽出し、その検出値から実際には検出していない高調波成分の大きさを推定することにより、ノイズによる影響が大であると判断した場合には、前記出力信号を保持し、外乱振動の大小を識別することに着眼したものである。すなわち本発明は、振動子、例えば、駆動用圧電素子と検知用圧電素子とが検知軸に平行、かつ、互いに直交接合された音叉型振動子、を振動させる振動子駆動手段、例えば、後記図1に示す音叉駆動回路2により、駆動信号を付与すると、音叉型振動子1は振動する。この振動軸に直交する回転軸方向に回転角速度を付加し、発生したコリオリ力による角速度信号成分を制御するものであって、図1に示した角速度検出用圧電素子17、18の表面に発生したコリオリ力に比例した電荷量をチャージアンプ31により電圧信号に変換すると共に、ノイズを除去し、同期検波回路33において検波し角速度信号成分を抽出したのち、その検出値から高調波成分の大きさを推定してノイズの影響、外乱振動の大小を判定し、外乱振動の影響が大きいと判断した場合は、角速度センサの出力を保持する回路を設けることにより、振動オフセットの低減を図るものである。すなわち予め設定された振動判定のしきい値電圧信号を出力する基準電圧器44と、基準電圧器44の出力信号と波形整流器の出力信号を入力する比較器45と、比較器45の出力信号と角速度検出回路3からの出力信号を入力する角速度信号保持回路46とを備える角速度センサの振動オフセット低減装置を構成したものである。

#### 【0006】

【作用】上記の構成の振動子の角速度検出回路、及び、角速度信号保持回路によれば、外乱振動が小さく、角速度センサの出力として、平滑回路からの出力信号が、前記しきい値電圧信号以下のとき、前記角速度検出手段からの信号を前記充電器に保持し、角速度センサの出力として、平滑回路からの出力信号が、前記しきい値電圧信号を超えたとき、前記充電器に保持された前記信号を出力するようにスイッチによる切り替え制御を行なうことができ、これにより、外乱振動が角速度センサに印加されたとき、オフセットを小さく抑えることができる。

#### 【0007】

【実施例】本発明の実施例を図面と共に説明する。図1は、本発明の角速度センサの一実施例の構成を示すブロック図である。図1において、音叉型振動子1は、対向して設けた1対の音叉片11、12と、これらを音叉型に形成されるように接合する接合ブロック13と、音叉型振動子1全体を角速度センサの筐体に支持する支持部材14と、音叉型振動子1を固有振動数で発振させるため、一方側の音叉片11の固定端に接着して固定された音叉駆動用圧電素子15と、音叉型振動子1の振動状態を検出するため、他方側の音叉片12の固定端に接着して固定された音叉振動検出用圧電素子16と、音叉型振動子1に発生する角速度を検出するため、音叉片11、12の自由端に接着、固定された角速度検出用圧電素子17、18からなる。信号処理部は、音叉駆動回路2、角速度検出回路3、振動オフセット低減回路4からなる。音叉駆動回路2は、音叉振動検出用圧電素子16に発生する電荷信号を電流アンプ21の入力信号とし、バンドパスフィルタ（以下B. P. F. と記す）22、オートゲインコントロール（以下AGCと記す）回路23、駆動回路24を介して、音叉振動用圧電素子15に駆動電圧を供給する。またB. P. F. 22の出力端子は、整流器25、平滑回路26を介して、AGC回路23の利得制御端子に接続されている。

【0008】角速度検出回路3は、角速度検出用圧電素子17、18に発生する電荷信号をチャージアンプ31の入力信号とし、B. P. F. 32、同期検波回路33、L. P. F. 34、直流アンプ35を介して、角速度信号を出力する。B. P. F. 22の出力端子は、同期検波回路33の検波タイミング制御端子に接続され、振動オフセット低減回路4は、チャージアンプ31の信号を入力するB. P. F. 41と、B. P. F. 41、整流器42、平滑回路43を介した信号と、基準電圧器44の信号を入力とする信号保持回路46からなり、振動によるオフセットを低減した信号を出力する。信号保持回路46は、図2に示すように、直流アンプ35の信号を入力とし、比較器45の信号を制御信号とする入力端スイッチ461と、入力端スイッチ461の出力端と、角速度センサの中心電位との間に接続される充電器462と、入力端スイッチと、直流アンプ35の出力端を入力とし、比較器45の信号の信号を制御信号とする出力端スイッチ463からなる。

【0009】上記の構成において、まず、音叉型振動子1の駆動方法を説明する。音叉駆動回路2により、音叉駆動用圧電素子15に正弦波駆動電圧信号を印加すると、音叉型振動子1は固有振動数で振動を開始する。この振動振幅に比例して、音叉振動検出用圧電素子16の表面に電荷が発生する。この電荷量を、電流アンプ21により電圧に変換し、B. P. F. 22により音叉共振周波数に一致しないノイズ成分を除去して、音叉振動振

5

幅信号とする。なお、B. P. F. 22の中心周波数は、音叉型振動子1の共振周波数に一致するように設定する。この音叉振動振幅信号を、整流器24、平滑回路25により音叉振動振幅に比例した直流電圧信号に変換し、AGC回路23の利得制御信号とする。一方B. P. F. 22からAGC回路23に直接入力された音叉振動振幅信号は、AGC回路23で利得が調整され、駆動回路24に入力される。AGC回路23での利得は、音叉振動振幅信号が大きい場合小さくなり、音叉振動振幅信号が小さい場合大きくなるように設定する。これにより、駆動回路24から、音叉駆動用圧電素子15に供給される駆動電圧は、音叉振動振幅が大きい場合は小さくなり、音叉振動振幅が小さい場合大きくなるため、音叉振動振幅を一定に保持するすることができる。ここでヨーレートの周波数成分は約830Hz、ノイズの周波数成分が約400Hzであり、ノイズの高周波成分は約800Hz近傍に出現する。図1のB. P. F. 32は830Hzの信号を通過させB. P. F. 41は400Hzの信号を通過させるものとすれば、ノイズを除去することはできるが、ノイズの高周波成分を除去することは、フィルタの性能を向上すれば分離不可能ではないが、金額が嵩んで原価的に引き合わなくなる。本実施例では、B. P. F. 41で400Hzのノイズを選択してその大きさを検出し、所定の大きさ以上の場合、各速度検出回路3の出力を保持させ、ノイズの高周波の影響を受けないように構成している。

【0010】次に、角速度の検出方法を図3、図4により説明する。図3は、本発明の一実施例の音叉型振動子1の動作と作用を示す図、図4は、図3における音叉振動振幅信号とコリオリ力による角速度信号成分について、各部における信号波形の変化を示す図である。音叉型振動子1の回転軸方向に回転角速度 $\omega$ を与えると、音叉振動速度 $V$ と回転角速度 $\omega$ とのベクトル積に比例するコリオリ力 $F_c$ が発生する。すなわち、

$$F_c \propto V \times \omega \quad \dots\dots\dots (数1)$$

で示されるコリオリ力 $F_c$ が角速度検出用圧電素子17、18に付加され、このコリオリ力 $F_c$ に比例した電荷が、角速度検出用圧電素子17、18の表面に発生する。角速度検出用圧電素子17、18の分極方向を互いに180°反転させて音叉片11、12に接着すれば、それぞれの素子に発生する電荷の和がチャージアンプ31に入力される。この電荷量をチャージアンプ31により電圧に変換しB. P. F. 22の周波数特性に一致しないノイズ成分を除去する。B. P. F. 32の周波数特性は、B. P. F. 22の周波数特性に一致させる。ここで音叉振動振幅信号をA、音叉の固有振動数を $\Omega$ 、 $t$ を時間(秒)とすると、

$$A = \sin \Omega t \quad \dots\dots\dots (数2)$$

の関係があり、また式(数2)より

$$dA/dt = \Omega \cos \Omega t \quad \dots\dots\dots (数3)$$

6

が得られ、式(数1)によりコリオリ力 $F_c$ は音叉の振動速度に比例し、角速度検出用素子17、18に発生する電荷信号は、チャージアンプ31により、さらに位相が90°進むから、同期検波回路33において音叉振動振幅信号のゼロクロス点で検波すれば、角速度信号成分を抽出することができる。その後L. P. F. 34で平滑し、直流アンプ35で増幅して角速度信号とする。

【0011】最後に、振動低減機能について説明する。車両の走行制御、例えば、4WS制御において、車両に発生するヨーレートを検出するため、角速度センサを車体に固定した場合、車体振動により、音叉型振動子1に外乱振動が伝達される。音叉型振動子1は、1対の音叉片11、12、接合ブロック13が、支持部材14で支持される片持構造であるため、外乱振動の伝達により、片持構造の固有振動数で共振する。この場合、正規の音叉固有振動が阻害され、角速度検出用圧電素子17、18に発生する電荷は、角速度信号に比例しなくなり、角速度センサ出力に、振動によるオフセットが重畳することになる。本発明の振動オフセット低減回路4は、片持構造の共振現象に起因するノイズ成分を、チャージアンプ31の角速度成分から抽出し、外乱振動の大きさを判定することにより、振動オフセットを低減することを特徴としている。振動が小さいときは、角速度検出用圧電素子17、18に発生する電荷は、角速度信号に比例している。外乱振動が音叉型振動子1に伝達すると、音叉型振動子1の固有振動に、片持構造の共振が重畳するため、角速度検出用圧電素子17、18に発生する電荷信号には、角速度に比例した信号成分に、外乱振動に起因したノイズ成分が重畳する。B. P. F. 41の中心周波数は、音叉型振動子1の片持構造の共振周波数に一致するように設定する。これにより、B. P. F. 41では、外乱振動に起因したノイズ成分を抽出することができる。

【0012】図5に、外乱振動が小さいときに角速度が印加された場合のB. P. F. 41後の出力信号波形の一例と、角速度センサ出力信号波形の一例を示す。また、図6に、角速度0のときに大きい外乱振動が印加された場合のB. P. F. 41後の信号波形の一例と、角速度センサ出力信号波形の一例を示す。図1に示したB. P. F. 41の出力信号は、整流器42、平滑回路43により外乱振動振幅に比例した直流電圧信号に変換される。その後比較器45において、平滑回路43の出力信号と、基準電圧器44で設定された振動判定しきい値の電圧信号とを比較する。比較器45は、平滑回路43の出力信号が基準電圧器44の電圧値信号を超えた場合には、信号保持回路46に、入力端スイッチ461及び出力端スイッチ463(図2)の切り替え制御信号を出力する。

【0013】図2(a)に示すように、外乱振動が小さいときには、入力端スイッチ461及び出力端スイッチ

463の接続状態は、角速度センサ出力としては、直流アンプ35の信号を直接入力し、同時に直流アンプ35の信号を充電器462によって保持する。図2(b)に示すように、外乱振動により平滑回路43の出力信号が基準電圧器44の電圧値信号を超えたときには、入力端スイッチ461、出力端スイッチ463の接続を切り替え、充電器462で保持された信号を出力する。これにより、角速度センサ出力として振動オフセットが発生した直後の信号を保持し出力することができるため、外乱振動が角速度センサに印加されたとき、電氣的にオフセットを小さく抑えることができる。図7は、角速度と外乱振動が同時に印加された場合におけるB. P. F. 41後の信号波形図(a)、従来のセンサ出力信号波形図(b)、本発明実施例のセンサ出力波形図(c)である。図示するように、本発明の実施例によれば、A区間では、角速度センサに角速度信号が入力されている状態が示され、B区間では、角速度信号と外乱振動とが角速度センサに入力されている状態が示されており、同図(a)に示した外乱振動が所定値より大きいP点、Q点の値は、同図(c)に示すように、本実施例の角速度センサによれば、P'、Q'のようにフラットになり、センサの出力を保持するため外乱振動信号の影響が完全に除去されていることがわかる。

#### 【0014】

【発明の効果】本発明の実施により、振動が小さいときは、角速度センサ出力として角速度検出回路の信号を直接入力し、外乱振動により、角速度検出回路の信号に、角速度に比例した信号成分と、外乱振動に起因したノイズ成分とが含まれるときは、角速度センサ出力として振動オフセットが発生した直後の信号を保持し出力するように構成したため、外乱振動が角速度センサに印加されたとき、オフセットを電氣的に小さく抑えることができるという効果を奏するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の信号保持回路の一実施例を示す図であ

る。

【図3】本発明の一実施例の動作と作用を示す図である。

【図4】図3における各部の信号波形図である。

【図5】小さい外乱振動が付加されたときの信号波形図である。

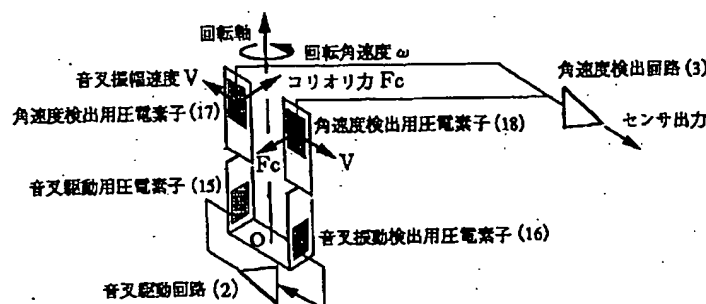
【図6】大きい外乱振動が印加されたときの信号波形図である。

【図7】従来技術と本発明の実施例の角速度センサ出力信号波形の比較を示す図である。

#### 【符号の説明】

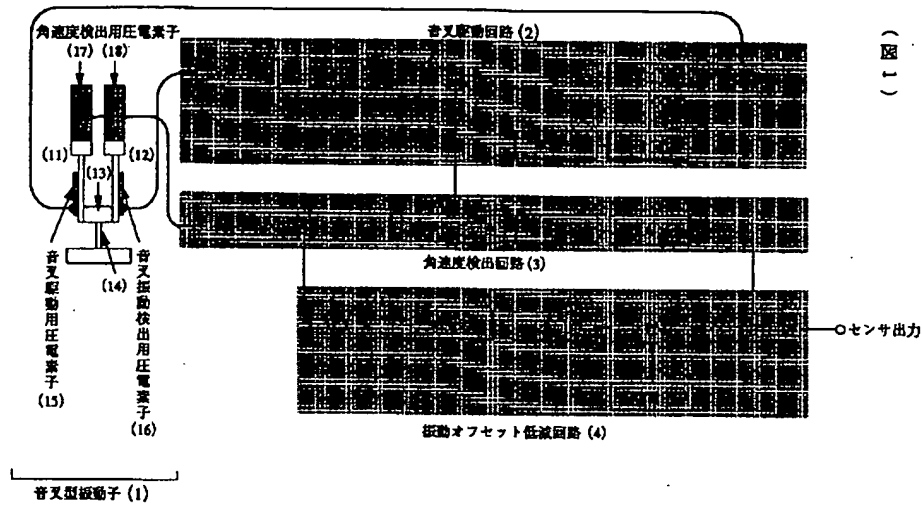
- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| 1…音叉型振動子                     |                       |
| 11、12…音叉片                    | 13…接合ブロック             |
| 14…支持部材                      | 15…音叉駆動用圧電素子          |
| 16…音叉検出用圧電素子                 | 17、18…角速度検出用圧電素子      |
| 2…音叉駆動回路                     | 21…電流アンプ              |
| 22、32、41…バンドパスフィルタ(B. P. F.) |                       |
| 23…オートゲインコントロール(AGC)回路       |                       |
| 24…駆動回路                      | 25…整流器                |
| 26…平滑回路                      |                       |
| 3…角速度検出回路                    |                       |
| 31…チャージアンプ                   |                       |
| 33…同期検波回路                    | 34…ローパスフィルタ(L. P. F.) |
| 35…直流アンプ                     |                       |
| 4…振動オフセット低減回路                |                       |
| 42…整流器                       | 43…平滑回路               |
| 44…基準電圧器                     | 45…比較器                |
| 46…信号保持回路                    |                       |
| 461…入力端スイッチ                  | 462…充電器               |
| 463…出力端スイッチ                  |                       |

【図3】



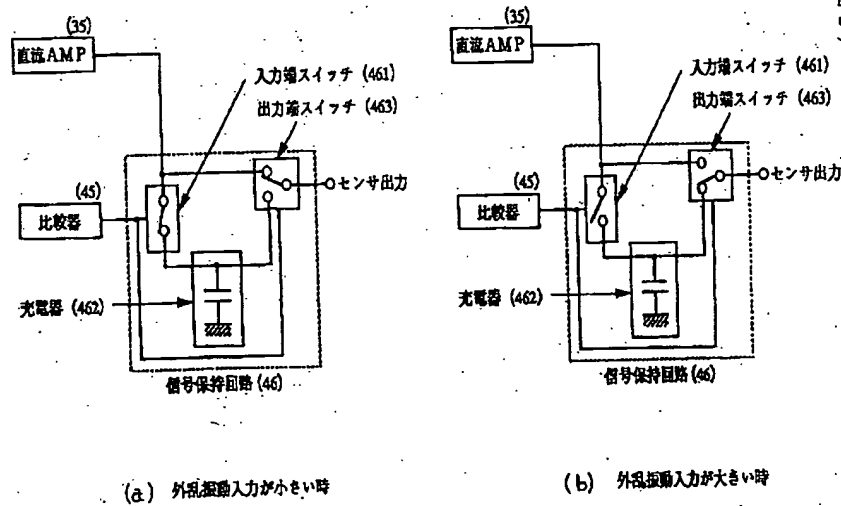
(図3)

【図1】



(図1)

【図2】



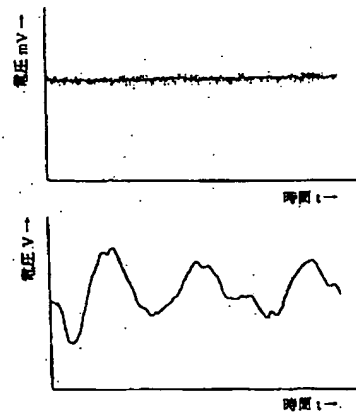
(図2)

【図5】

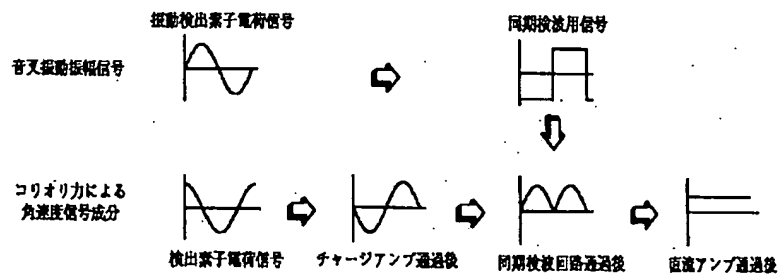
(図5)

上: B.P.F. (41) 後の信号波形例  
下: センサ出力信号波形例

振動が小さい時



【図4】



(図4)



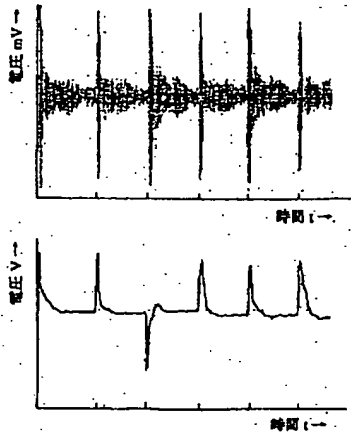
【図6】

(図6)

上: B.P.F. (41) 後の信号波形例

下: センサ出力信号波形例

振動が大きい時

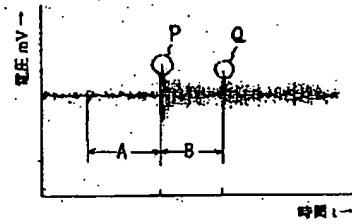


【図7】

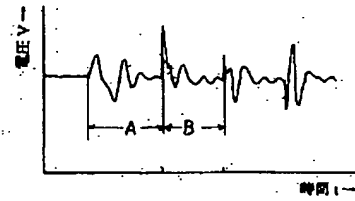
(図7)

角速度と外乱振動とが同時に入力した時

(a) : B.P.F. (41) 後の信号波形例



(b) : 従来のセンサ出力信号波形例



(c) : 本発明のセンサ出力信号波形例

